

# **LA SEGURIDAD DE SUMINISTRO Y EL CAMBIO TECNOLÓGICO AMBIENTAL COMO DETERMINANTES DE LA COMPETITIVIDAD Y EL DESARROLLO URBANO REGIONAL SUSTENTABLE: EL CASO DEL GAS NATURAL EN LA ZMG**

*Jorge Antonio Mejía Rodríguez<sup>1</sup>*

## **RESUMEN**

El factor energético emerge como un elemento significativo reciente por estudiar en los entornos regionales. De ahí que es preciso destacar el carácter elusivo del concepto de seguridad energética y, por otra parte, las inercias del Cambio Tecnológico Ambiental (CTA), relacionadas con la transición energética incipiente y vincular dicho proceso desde la perspectiva del desarrollo territorial urbano regional. Por lo que, al no existir una teoría integral regional que incorpore las dimensiones referidas, se precisa estudiar los cambios del paradigma del modelo productivista lineal, hacia el modelo circular de sustentabilidad de las ciudades, ya que, representan categorías de análisis que recientemente se comienzan a explorar en los países latinoamericanos. Por tanto, la interrogante central del presente trabajo es: ¿Existe una vinculación teórico-práctica entre los conceptos de la seguridad energética del gas natural y del cambio tecnológico ambiental, como factores determinantes de la competitividad urbano regional sustentable? En tal sentido, el objetivo principal del trabajo será dilucidar dicha interrogante y exponer algunas evidencias empíricas encontradas –de ambos conceptos- en la Zona Metropolitana de Guadalajara. La conclusión preliminar es que no existe una vinculación teórico-práctica entre dichos conceptos.

**Palabras clave:** Seguridad de suministro energético, cambio tecnológico ambiental.

---

<sup>1</sup> Doctor en Ciudad Territorio y Sustentabilidad-CUAAD-UDEG, Departamento de Economía-CUCEA-UDEG, jormejamx@yahoo.com.mx

## **Implicaciones de la reforma energética en la competitividad regional**

Respecto a la trascendencia de la reforma energética y sus leyes secundarias recién aprobadas, Quintana E. sostiene que “El sentido profundo de la reforma energética es el incremento de la competitividad de la economía mexicana”, y al hacer algunas reflexiones en la materia, aporta datos relevantes como los siguientes:

“Del total de la generación eléctrica nacional a mayo de 2014, del orden de 23,056 MGWh, el 56% se genera en termoeléctricas, de éste el 48% se dio en plantas de ciclo combinado, mismas que son las que utilizan el gas natural como energía primaria. Por su parte, según el balance nacional de energía, el 50.4% de la energía consumida en México proviene del petróleo, mientras que el 33% proviene del gas natural. Lo cual, ya denota la importancia que ha adquirido este último a lo largo de los últimos lustros.

Asimismo, en términos del comportamiento de los precios en los próximos años, Quintana E. informa que el precio internacional del BTU del gas natural aumentará sólo 5%, según estimaciones del FMI, entre 2015-2019. Por lo que se estima que su cotización seguirá baja, por un tiempo relativamente largo. El panorama de precios es de 4.3 dls por BTU en el sur de EUA, mientras que en Europa el promedio es de 10 dls, en Japón es de 17 dls y en China de casi 11 dls.

Por lo anterior, Quintana E. refiere que en el mediano plazo, resulta fundamental el tendido de gasoductos urbanos e interurbanos, e incluso sugiere deberíamos ir pensando en el uso del gas natural para uso automotriz, como sucede casi en la totalidad del parque vehicular en Argentina. Por ende, basta con saber aprovechar eficientemente el gas natural de Texas para posibilitar incrementar la competitividad económica de varias ramas manufactureras. Entre ellas están las grandes empresas intensivas en el uso de energía en el país, como son las acereras, las

mineras, las vidrieras y cementeras, entre otras; las cuales, podrían tener una gran ventaja comparativa en sus costos frente a otras regiones.

Por su parte, con la reforma energética la CFE deberá concluir la conversión de sus centrales eléctricas de combustóleo a gas natural. Dicha empresa productiva del estado, como se le denomina ahora, no tiene gasoductos, pero participará en el financiamiento de la construcción de algunos, así como comprando capacidad de transportación de gas natural anticipadamente, lo que la convertirá en competencia de PEMEX, y de las empresas gaseras ya en funciones en el país.

Otra novedad de la reforma energética es la creación del CENAGAS, que recibirá los ductos de Pemex y será quien regule la distribución del gas natural en el país. Mientras que la otra instancia clave será la Comisión Reguladora de Energía (CRE), organismo que ganó autonomía y se fortalecerá con la reforma energética, ya que determinará los precios y el uso de los ductos existentes y, que ya se construyen (Quintana E. EF, 15/07/14).

La reforma energética trae a los estados del país la oportunidad de comenzar a trabajar en el sector energético, el cual, antes estaba constreñido a las decisiones y políticas centralizadas, si bien, se mantiene la mayor parte de ese control, la reforma energética del 2013, proporciona la oportunidad de dejar de ser espectadores de las decisiones relacionadas con el sector energético, para convertirse en actores activos para definir su seguridad energética desde la región, o bien, complementar los esfuerzos del centro, a efecto de no sufrir las consecuencias del desabasto de energéticos, como ha estado ocurriendo a últimas fechas en varios estados de la república, que han sufrido el desabasto de gasolinas y diésel, los menos; mientras que en otros como en Jalisco, ya se han sentido los embates de la vulnerabilidad del suministro del gas natural durante los años 2012 y la mitad del 2013.

Otro aspecto importante de la reforma y la legislación sobre el apoyo a la transición energética, es la participación activa de los gobiernos de los estados, como es el caso de Nuevo León y Tamaulipas, los cuales, han instaurado consejos y subsecretarías de energía, para impulsar proyectos del sector y fomentar, a su vez, proyectos de inversión vinculados con las energías renovables, ya sea mediante iniciativas estatales y/o apoyando los esfuerzos nacionales e internacionales en ese sentido. Otro caso más reciente es el de Jalisco, que ha constituido una Agencia Energética, organismo que regirá todo tipo de acciones en ese sentido.

### **La vulnerabilidad en el suministro de gas natural en la ZMG “alertas críticas”, durante 2012-2013.**

Con base en los acontecimientos de los años 2012-2013, tanto del país como de la ZMG, y de acuerdo con fuentes de Pemex, existió un déficit de gas natural de 370 millones de pies cúbicos diarios (mpcd); el cual, se incrementó a raíz de la explosión del 18 de septiembre de 2012, en el centro receptor de gas natural en Reynosa, Tamaulipas. Cabe aclarar, que en esas fechas, el desabasto de gas natural alcanzó los 800 mpcd en los días posteriores al accidente, hasta llegar al monto indicado.

Como una posible solución a esta problemática regional y local, el sector empresarial de Jalisco y la SENER suscribieron un acuerdo para importar gas natural de Perú, el cual, llegaría a la terminal de GNL de Manzanillo, regentada por la CFE, para su posterior distribución en la ZMG, por medio del gasoducto recién concluido en 2011, y que permitiría suministrar dicho combustible a los estados de Jalisco, Michoacán, Querétaro, Estado de México y Puebla.

Cabe mencionar que el contrato para el abasto de gas natural se contempló que estaría vigente hasta el 2015, cuando Pemex previó que entrarían en operación nuevas redes de gasoductos, y con ello se aumentaría la importación del energético desde Estados Unidos, donde se registran

los precios más bajos del mundo, por el aumento de la producción en ese país del gas shale o gas de lutitas (EF, 27/09/12:18).

La falta de inversión en infraestructura en materia de gasoductos en las últimas cuatro décadas le cobró la factura a los usuarios industriales del occidente del país, que aunado al incremento de la demanda del energético en los últimos años, trajo por consecuencia la existencia de las “alertas críticas”, que no es otra cosa más que la saturación del único gasoducto que llega a la entidad con niveles cercanos al 85% de su capacidad.

Esta experiencia regional de desabasto energético debe sentar precedente, por lo que es crucial concebir la seguridad de suministro energético en la esfera urbana y regional; y además, se inscribe como un factor esencial para detonar la competitividad industrial en el país y en la región, por lo que, de acuerdo con la estrategia nacional, la clave está en construir las redes de gasoductos, para dejar de importar el energético de países como Perú y Trinidad y Tobago, a precios más altos de los que se registran actualmente en los Estados Unidos.

Cabe indicar que el precio del gas natural acorde a la unidad de medida, es decir, el millón de Unidades Térmicas Británicas (BTU), en EU -dado el crecimiento inaudito de la producción de gas shale en los últimos años- es el más barato del Mundo, al rondar los 4 dls el BTU, mientras que en Asia oscila entre los 14 y 18 dls y, en Europa entre 9 y 14 dls.

Para efectos comparativos, baste decir que de acuerdo a las negociaciones que los empresarios del Bajío y del occidente del país emprendieron con PEMEX y la SENER, en términos de importar más gas de los países indicados, para reducir el déficit de gas natural; el

precio pactado rondó los 20 dls; el cual, se pagaría de manera tripartita entre todos los actores, para distribuir el costo de su importación.

Dado este panorama de desabasto del energético, como ya cometamos arriba, el actual gobierno federal en México ha emprendido la promoción de la construcción de gasoductos estratégicos, comerciales y sociales, para importar más gas natural de los Estados Unidos.

Por consiguiente, la importancia creciente del gas natural en el contexto internacional a través del modelo neoliberal, se corresponde en México con las obras de infraestructura -relacionadas con dicho energético-, construidas durante el sexenio anterior; lo cual, se complementó con las obras de infraestructura energética realizadas en el occidente de México, en particular, mediante la construcción de los proyectos de la planta regasificadora de GNL en el puerto de Manzanillo, Col. y del gasoducto Manzanillo-Guadalajara, obras que implicaron un monto total de inversión en ambos proyectos de 994 millones de dólares (mdd) (700 mdd de la regasificadora y 294 mdd del gasoducto), lo que permitirá a nuestro país traer gas natural desde países sudamericanos, para ser procesado en la regasificadora y utilizarlo en la producción de electricidad de las termoeléctricas que la CFE tiene tanto en el puerto citado, como en la ZMG, mismas que tendrán que ser reconvertidas a la tecnología de ciclo combinado, que utiliza gas natural para generarla. La figura N°1, muestran el trayecto del gasoducto citado arriba, a partir de la regasificadora localizada en Manzanillo, Colima; hasta su destino en la ZMG, en la localidad del Castillo, del municipio de El Salto, Jalisco.

En resumen, ambos proyectos permitirán surtir dicho energético para usos industriales y residenciales, en prácticamente todo el occidente-centro del país. Incluso recientemente el gobierno estatal de Colima reaccionó y promoverá el consumo de gas natural para usos residenciales, al considerar que habría un ahorro del 35% para este tipo de usuarios.

Sin embargo, dada la importancia estratégica que implica para la región garantizar la seguridad energética de este combustible y el CTA, a partir, de la conversión de las termoeléctricas a plantas de ciclo combinado. Lo anterior, se concreta como un ejemplo combinado de ambos factores como determinantes para generar energías limpias y favorecer la competitividad y el desarrollo urbano regional sustentable en la ZMG y en Jalisco.

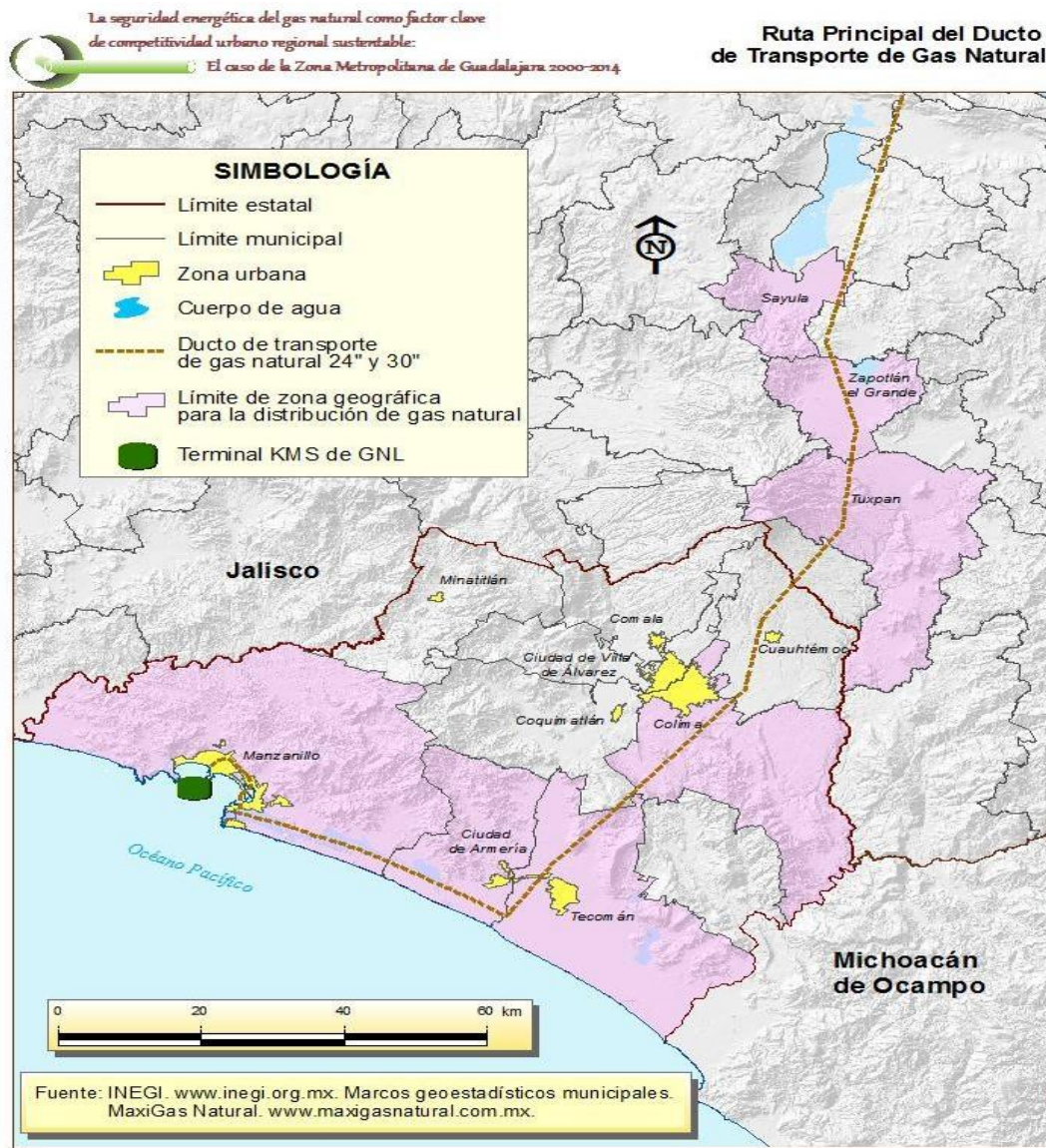
Respecto a las dificultades por las alertas críticas, hasta el mes de marzo de 2013, el sector industrial de occidente del país, continuaba enfrentando problemas de desabasto del gas natural, debido a las fallas técnicas en las unidades de re-compresión del combustible, por lo que, en reunión del consejo directivo de la Confederación Nacional de Cámaras Industriales (CONCAMIN), solicitaron a la SENER, les informara las medidas que estaba tomando el gobierno federal para resolver dicha situación.

Mientras tanto, se tuvo conocimiento de que a fines de ese mes de marzo de 2013, llegó el primer buque proveniente de Perú, que contenía 100 mpc, vía Manzanillo. Cabe indicar que la solución temporal para abastecer el energético en las entidades del occidente-centro del país, fue como se dijo arriba, a partir de compartir el costo de importación del gas natural de forma tripartita, entre Pemex, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), y los industriales de la ZMG. Cabe indicar que los dos primeros son los principales consumidores de gas natural en México, y tocó a la Comisión Reguladora de Energía (CRE), determinar el precio final.

Posteriormente se supo que el compromiso del gobierno federal fue asegurarles que en enero de 2014, se contaría con la infraestructura necesaria para acabar con el desabasto y, por consiguiente, con las “alertas críticas” en el suministro de dicho combustible.

Es preciso señalar que, según información manejada en los medios, sin confirmar por la autoridad, se hablaba que por de falta de suministro de gas natural, la industria registró pérdidas de entre 100 y 150 millones de dólares, y unas 400 empresas han sido afectadas en los estados de Jalisco, Hidalgo, Puebla, y Estado de México, principalmente.

**Figura N° 1 Trazo del Gasoducto Manzanillo-Guadalajara**



Fuente: Elaboración propia con base en Inegi y TransCanada

Cabe aclarar que en México la producción nacional de gas proviene solo de 4 estados: Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Chiapas.



Como ya se comentó las “alertas críticas” surgieron porque la infraestructura de transporte para distribuir esta producción es limitada, sobre todo a la región centro-occidente. Asimismo, ante la mayor disposición de gas en la región y el bajo precio del mismo, en México no se contempló un crecimiento adecuado en la infraestructura de ductos, y a raíz de que se ha dado un crecimiento significativo de la industria en el centro y occidente el país, la demanda ha aumentado por ese motivo; por lo que, las “alertas críticas” ocurren por la insuficiencia y saturación de la red de gasoductos. Otra causa, es la falta de la capacidad de almacenamiento de gas natural en la región y a nivel nacional (EF, 20/03/13/, 11).

Por todo lo anterior y ante la posibilidad de contar con una mayor disponibilidad de dicho energético en Jalisco en el corto plazo, gracias a la infraestructura recién construida, además de la que falta por construir (Planta de ciclo combinado en el municipio de Zapotlanejo), permiten vislumbrar escenarios energéticos más halagadores para la ZMG, en el mediano plazo. Sin embargo, la experiencia debería conducir al sector académico, empresarial y al gobierno estatal, para evaluar la posibilidad de considerar en las políticas de desarrollo económico y planeación urbana y territorial, el factor de la seguridad energética y el CTA como determinantes de la competitividad y sustentabilidad para la ZMG.

### **Características de la distribución del gas natural privado en la ZMG**

A continuación se muestran las figuras números 2-5, en los que se ilustran, desde un enfoque deductivo, primero los estados de la república en donde se distribuye gas natural; posteriormente, en el estado de Jalisco, los municipios de la ZMG que disponen de dicho energético y finalmente, las colonias en donde se surte a los usuarios comerciales y residenciales de éste combustible.

En México hasta la fecha son 26 estados de la república que cuentan con suministro de gas natural, los más recientes son Zacatecas y Durango, en virtud de la inauguración del gasoducto “El Centenario” que surte desde el 2014 a ambas entidades. Llama la atención el hecho de que todas las entidades de la frontera norte cuentan o están por contar con el energético, además de aquellas otras que mayores aportaciones hacen al Producto interno Bruto (PIB) nacional, es decir, D.F., Nuevo León, Estado de México, Jalisco y Veracruz.

Por otro lado, en Jalisco, seis municipios de la ZMG, cuentan con distribución de gas natural, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, El Salto, Tlajomulco de Zúñiga y Guadalajara, municipio que territorialmente solo lo recibe en una pequeña parte de la zona industrial (Figura N° 3). Los datos son referidos al año 2015 y fueron proporcionados por la empresa Maxigas Natural.

Algunas de las principales características de la distribución de GN en la ZMG son las siguientes:

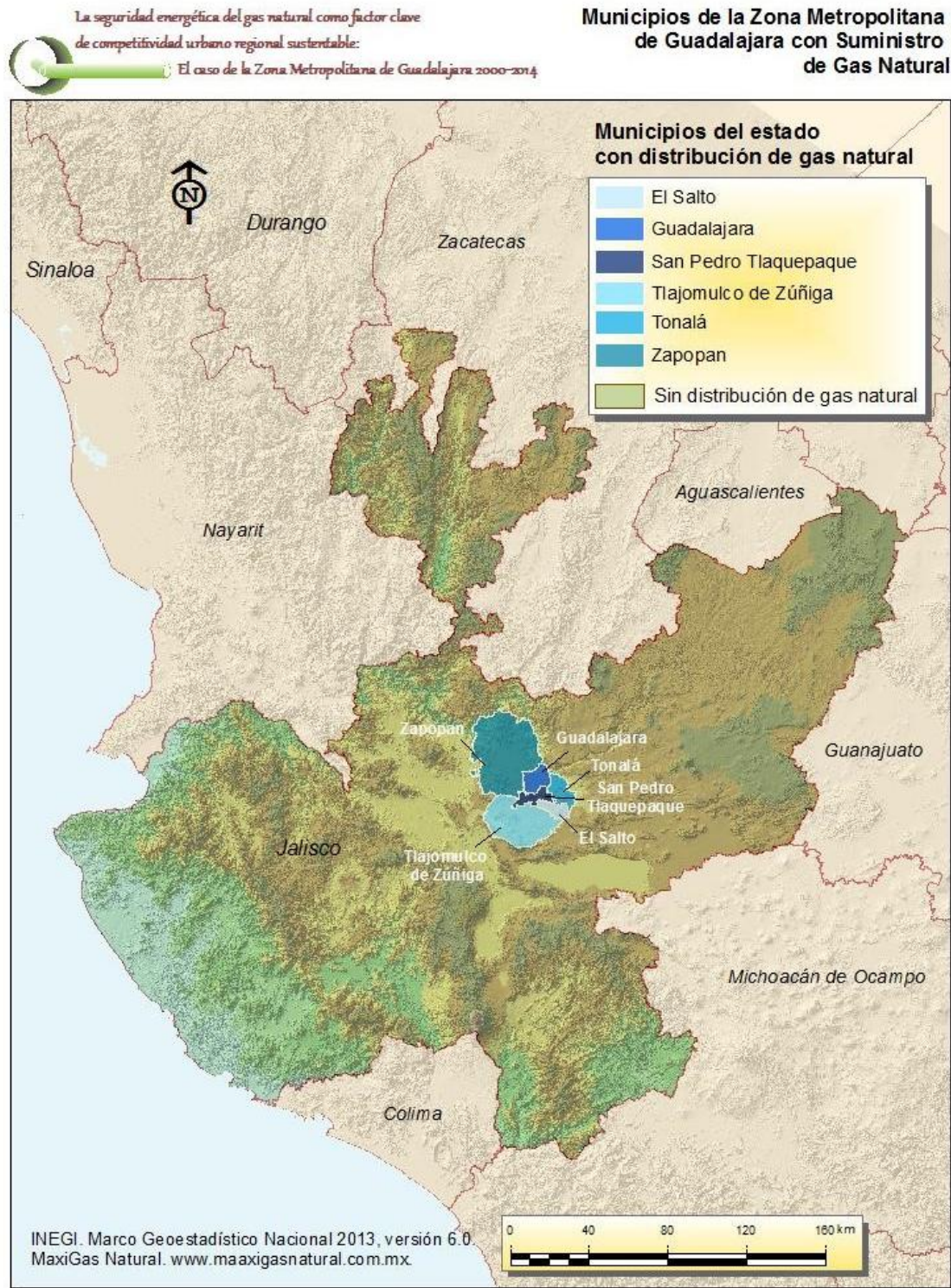
- Tlaquepaque es el municipio que tiene una mayor densidad demográfica por km<sup>2</sup>, y es donde la empresa Maxigas Natural, coincidentemente, tiene su sede. Cabe aclarar que el municipio con mayor densidad demográfica es Guadalajara, pero la empresa no ha podido distribuir el energético en las zonas residenciales, por cuestiones de negativa de las autorizaciones municipales. En ese orden le siguen Tonalá, el Salto y Zapopan (Figura N° 4).
- En cuanto al municipio de la ZMG que tiene una mayor participación porcentual en la distribución de GN, en términos volumétricos, es Guadalajara, municipio que más consume GN, específicamente en la zona Industrial, le siguen los municipios de Zapopan y El Salto.

- En cuanto a la distribución de GN por municipio y tipo de cliente, en usuarios industriales, destacan El Salto, Tlajomulco y Tlaquepaque, curiosamente los municipios con menor industria manufacturera con respecto a Guadalajara y Zapopan.
- En usuarios comerciales y residenciales, Tonalá es el municipio en donde se distribuye una mayor cantidad del hidrocarburo. En usuarios residenciales le sigue Tlajomulco y Tlaquepaque.
- Paradójicamente, los municipios con mayor cantidad de viviendas habitadas, hasta el año 2010, Guadalajara y Zapopan, son los que menor consumo realizan, para uso residencial (figuras N° 4 y 5)
- Cabe mencionar que la fotografía N°1 y la Figura N° 6, muestran las colonias en donde se distribuye el GN por parte de la empresa y el crecimiento irregular de las colonias de la periferia de la ZMG de 1960 al año 2000, respectivamente. Ésta última, como muestra para vislumbrar en términos espaciales, las zonas en que Maxigas, la empresa distribuidora, tendría mayores dificultades para introducirse, dada la falta de servicios y la irregularidad en la tenencia de la tierra por parte de los habitantes de tales asentamientos.
- En casi quince años de operar la distribución de GN en la ZMG y en virtud de lo que los datos arrojan, se observa que el potencial por crecer es enorme.

**Figura No 2**



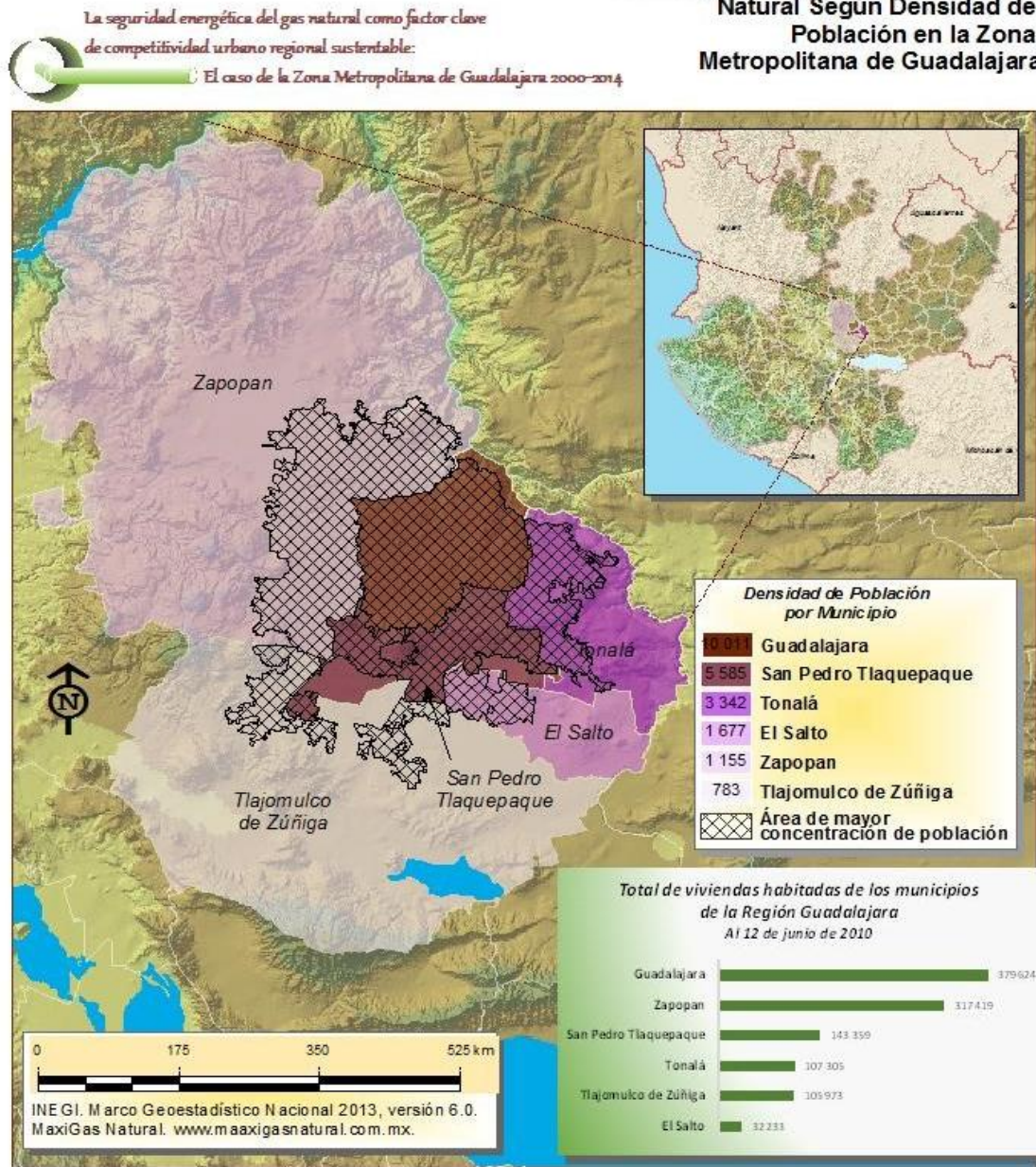
**Figura 3**





**Figura 4**

**Municipios con Distribución de Gas Natural Según Densidad de Población en la Zona Metropolitana de Guadalajara**



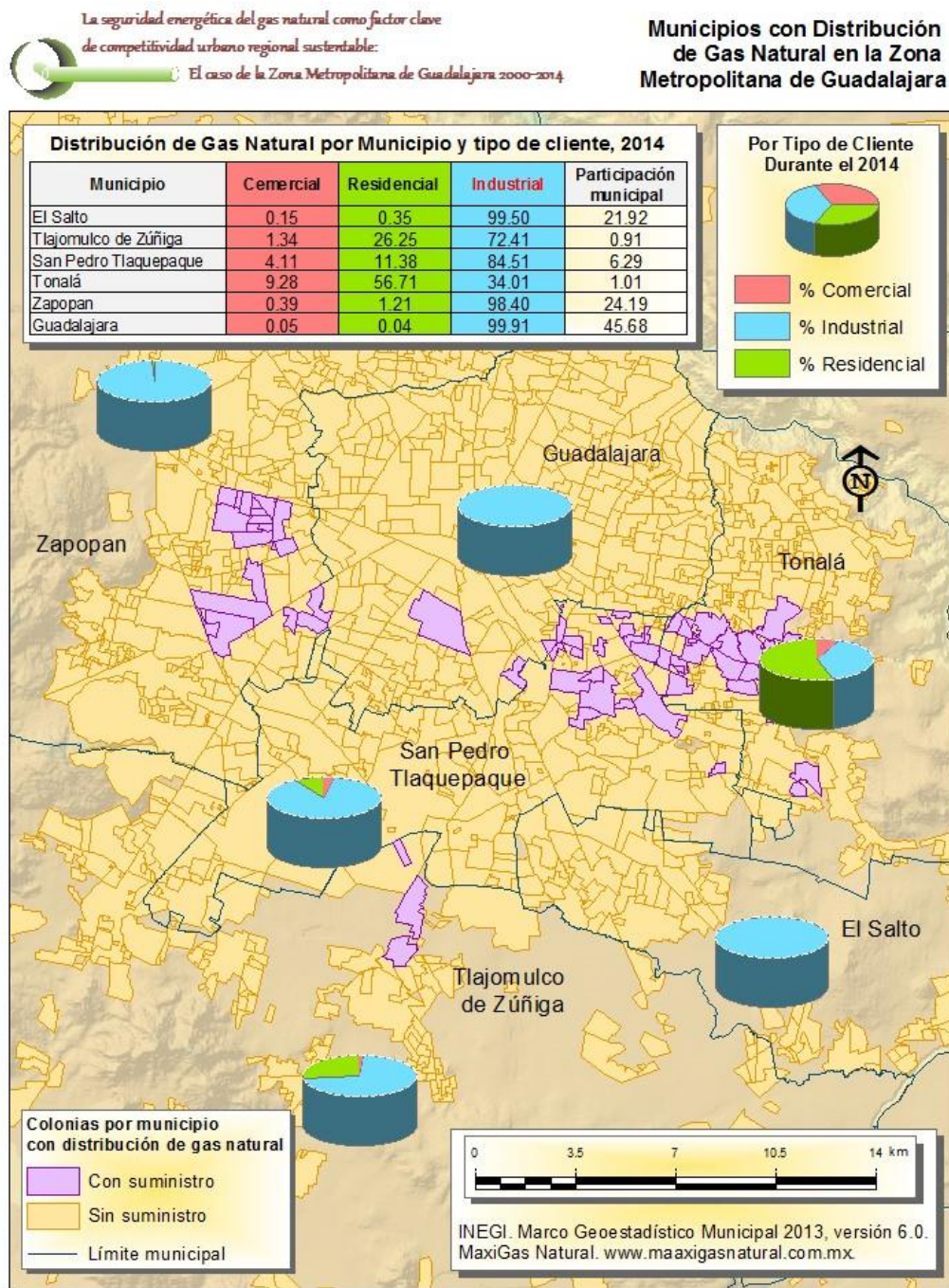
Datos Generales de los Municipios con Distribución de Gas Natural, según densidad de población	San Pedro Tlaquepaque	Tonalá	El Salto	Zapopan	Tlajomulco de Zúñiga	Guadalajara
<b>Superficie territorial</b>						
Porcentaje del total estatal	0.15	0.2	0.12	1.47	0.86	0.12
Posición estatal	121	114	124	16	42	115
<b>Población total <sup>1/2</sup></b>	644 491	523 542	154 294	1 134 360	523 620	1 500 821
Porcentaje estatal	8.2	6.7	2.0	16.9	6.7	19.1
Posición estatal	3	5	8	2	4	1
Densidad de población <sup>2/</sup> (Habitante por km <sup>2</sup> )	5 585	3 342	1 677	1 155	783	10 011

<sup>1/</sup> CONAPO. Proyecciones de la población 2010-2050. [www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx) (10 enero de 2014).

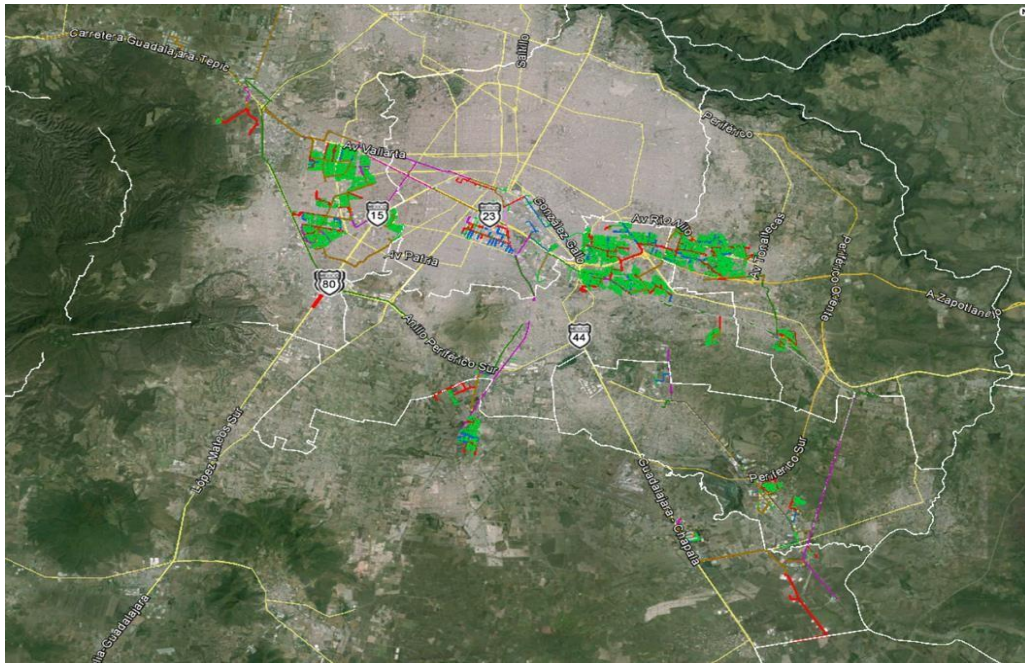
<sup>2/</sup> INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2013, 6.0



**Mapa N° 5**

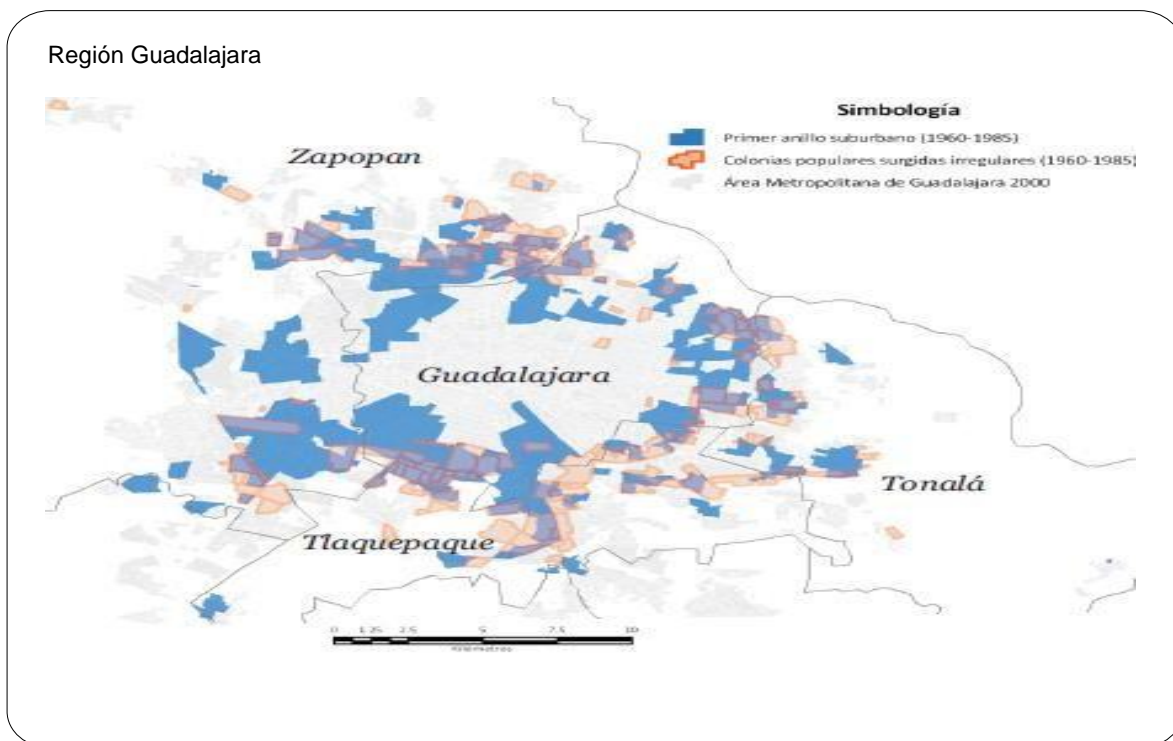


**Fotografía N° 1 Colonias de la ZMG con distribución de Gas natural**



Fuente: Maxigas natural

**Figura N° 6 Crecimiento irregular de las colonias populares de la ZMG**



Fuente: Jiménez Huerta Edith.; Cruz Solís Heriberto (2011)



## **La Seguridad Energética del gas natural y el CTA como factores determinantes de la competitividad y el desarrollo urbano regional sustentable**

Tanto la seguridad energética (SE) como el cambio tecnológico ambiental (CTA) se constituyen como factores determinantes de la competitividad urbano regional sustentable de cualquier región y ciudad, en virtud de que según lo revisado hasta aquí, en términos teóricos como empíricos, el suministro energético y las opciones energéticas limpias disponibles hasta la fecha, representan en un sentido, los dos procesos económicos, sociales e institucionales simultáneos que operan hacia la sustentabilidad de las ciudades, mediante la prolongación de las innovaciones tecnológicas vía las micro-mutaciones de la cogeneración por medio de las plantas de ciclo combinado con base en el gas natural, en el primer caso (SE), y las macro-mutaciones que representan las opciones tecnológicas ambientales (CTA), orientadas a las energías renovables.

Como se sabe, ambos procesos aportan sus baterías hacia la transición energética, el primero, tratando de prolongar la vida del modelo productivista lineal, ineficiente, contaminador y emisor de gases de efecto invernadero y, el otro proceso, caracterizado como la “revolución energética”, que supone un modelo circular basado en las energías renovables, y por tanto, de orientación radical en cuanto a la búsqueda de opciones tecnológicas para eliminar la huella ecológica del hombre en su entorno urbano y rural; el cual, batalla y se relanza abriéndose caminos y espacios entre las regulaciones y el estatus quo, del modelo productivista imperante. En términos pragmáticos para el caso de la región seleccionada, es decir, la ZMG, es preciso incorporar indicadores que nos permitan aterrizar el avance de ambos procesos en la medida de lo posible. Si bien, ambos procesos son muy incipientes en el caso de estudio seleccionado, lo que complica de entrada su conceptualización e interpretación, en virtud de la dificultad para encontrarlos a esa escala territorial, lo anterior, supuso un enorme reto para el suscrito, no exento de vicisitudes de todo tipo, desde la incomprensión inductiva de los temas, por carecer

de un enfoque sistémico y dinámico, hasta por la deficiencia informativa en la escala geográfica elegida del fenómeno por abordar. No obstante lo anterior, me permito mostrar algunos indicadores que dan cuenta de ambos macro procesos, con el fin cumplir con el propósito del trabajo, en cuanto encontrar algunos indicadores que nos permitan ilustrar aunque sea de forma incipiente, los avances en ambos sentidos tanto en la región, como en particular en la ZMG.

En cuanto a indicadores energéticos por entidad federativa, por primera vez, la SENER, publicó a fines del 2015, en su página web, algunos indicadores en ese sentido. Lo anterior, es relevante, dado que existía una enorme laguna sobre el particular, lo cual, abre brecha, para proseguir en la búsqueda de conocer los flujos de entrada y salida de la energía y agua, por ejemplo en las ciudades de nuestro país.

En concreto, para el caso de Jalisco, la SENER reporta que en la entidad

- El 100% de la generación eléctrica es a partir de hidroeléctricas,
- El sector autotransporte demanda el 89.2% del diésel del estado
- El sector industrial consume el 97% del gas seco y el 59.5% de la energía eléctrica en la entidad
- La relación entre las ventas de electricidad y el PIB en el estado es 5.1% menor que en el caso nacional
- El estado no cuenta con infraestructura para la transformación de hidrocarburos
- La aportación del sector industrial al PIB es 3.5% menor que en el caso nacional
- En 2021, se planea instalar una central de ciclo combinado para generar 453 MW adicionales de energía eléctrica.

Con relación a éstos indicadores habría que señalar que del gas seco que se menciona, se refiere al gas natural utilizado en los procesos industriales y de autogeneración eléctrica; cabe mencionar que el 3% restante, lo consumen los sectores residencial, servicios y el autotransporte. Así, mismo, la demanda interna de gas natural (Jalisco), representa sólo el 0.7% de la demanda nacional. Como puede observarse, existe un gran potencial para sustituir el suministro de diésel del sector autotransporte de la entidad por gas natural, como se mencionó arriba, lo cual, traería grandes ventajas económicas y ambientales a las empresas involucradas y a la sociedad jalisciense, al bajar las emisiones contaminantes de ese sector.

Respecto a la generación eléctrica por medio de hidroelectricidad, baste señalar que la mayor parte del fluido proviene de otras entidades vecinas. En general, como puede observarse, se deduce que se están sentando las bases para que el proceso de las micro-mutaciones tecnológicas basadas en el gas natural se generalicen en la entidad, a partir de la construcción de los gasoductos, tanto del concluido Manzanillo-Guadalajara, como el que vendrá de Aguascalientes, además del proyecto de construcción de la central de ciclo combinado en la ZMG, fortaleciendo con esto el proceso económico tradicional basado en los combustibles fósiles.

### **Los costos de generación eléctrica por tipo de tecnología**

Por otra parte, si analizamos los costos de generación eléctrica por tipo de tecnología, Dieck Assad, nos menciona que tenemos que considerar “los costos de inversión o costo de instalación, que representan el capital invertido en la construcción de una planta eléctrica, con cualquier tipo de combustible.

Este valor se expresa en valor absoluto (U.S.\$) para expresar el monto total de construcción de una planta, o en valor específico por unidad de capacidad de generación de potencia (U.S.\$/KW).

El costo de producción expresado en U.S./KWh indica el costo real de producir una unidad de energía de electricidad, incluyendo todos los costos tanto fijos como variables, es decir, incluye los costos: nivelado equivalente (levelised cost) de operación, combustibles y mantenimiento.

Cuando se habla de un costo nivelado equivalente en U.S./ KWh, consiste en la suma del costo total de inversión convertido a un equivalente en U-S-/KWh, y esto se obtiene al convertirlo en un pago equivalente por periodo, dividiéndolo por la generación de energía en el periodo.

Por lo tanto, una vez definida la forma de calcular los costos de generación eléctrica, por tipo de tecnología y fuente primaria de energía, tenemos que de acuerdo con lo anterior, en un ejercicio comparativo de cálculo entre los años 2005 y 2025, realizado por el banco mundial en 2007, se obtiene que el costo de generación eléctrica, en plantas de capacidad de 300 MW, fue de 4.5 y 4.2 centavos de dólar por KWh, para la turbina de vapor a base de carbón, en el primer y segundo años, respectivamente. Mientras que para una planta de ciclo combinado a base de gas natural, el costo fue de 5.6 y 5.1, centavos de dólar por KWh, respectivamente.

Por ello y “Considerando las tendencias macroeconómicas, oferta y demanda de electricidad y otros factores, Yopez-García, et al, (2010) estiman que las plantas de carbón y gas natural seguirán siendo un porcentaje importante de la mezcla de energéticos hacia el 2030” (Dieck Assad, A. 2015: 50-51).

Así, mismo, según el estudio mencionado, reporta valores de 5.8 y 4.7, centavos de dólar, para instalaciones de energía eólica con capacidad de generación de 100 MW, para ambos años. Mientras que para un generador solar fotovoltaico, con capacidad de 5 MW, los valores fueron de 41.6 y 32.7 centavos de dólar por KWh, resultando la opción más costosa del resto de las opciones estudiadas.

El análisis anterior, nos sirve para concluir que la seguridad de suministro del gas natural, se insertará en una de las opciones más buscadas para efectos de la generación de energía eléctrica, tanto para plantas de ciclo combinado, como para la generación de calor para usos industriales, por su bajo costo que implica su combustión, de ahí que sin duda, que dicho energético se erigirá como uno de los energéticos más utilizados en las próximas décadas, permitiendo con esto, la extensión del modelo energético dominante y su inclusión en múltiples formas de uso, como factor determinante de competitividad en las ciudades y regiones de muchas partes del mundo, donde sea posible su utilización, como es el caso de nuestro país y en las entidades en donde se espera su generalice su demanda.

Por su parte y respecto a las energías renovables, el estudio referido constata que la energía eólica también es competitiva, siempre y cuando existan las condiciones físicas para que se pueda generar. De ahí que, gracias a que existen muchas áreas posibles de aprovechamiento eólico en México, observamos que ya están en marcha proyectos de ese tipo.

En tal sentido, para el caso más cercano a la ZMG, se cuenta con información de la construcción de dos parques eólicos en la entidad, ambos en la zona de los altos de Jalisco, uno ya en operación desde el año 2014, operado por el corporativo del empresario Salinas Pliego, localizado en el municipio de Lagos de Moreno y otro, anunciado recientemente, que será construido en el municipio de Ojuelos, y que estará asentado en la localidad de Palo Alto,

el cual, considera una inversión de 250 mdd, que construirá la empresa italiana Energy Power y suministrará energía eléctrica a 20 empresas de la región.

### **Evidencias empíricas de aplicaciones del CTA en Jalisco y la ZMG**

Por otra parte, y tratándose de proyectos de energías renovables (ER), la Agenda Energética de Jalisco (AEJ, 2012), destaca la evidencia de otros proyectos realizados en la entidad en los años previos, relacionados con la inversión pública ejercida en la administración estatal anterior, en donde se registra que en Jalisco la inversión en tecnologías renovables no representaba una parte importante de la inversión pública, además de que los recursos se enfocaron a la compra de equipos que utilizaron fuentes de energía sustentables, sobre todo la solar.

Para año 2007, se reportaron dos proyectos, un curso para jóvenes emprendedores mediante la aplicación de energías renovables en México y el desarrollo de un prototipo de un refrigerador alimentado con energía solar para la conservación segura de vacunas y otros productos de uso médico. Estos apoyados por recursos de Coecytjal.

Así mismo, para el año 2009, la AEJ, reporta proyectos para la adquisición de 275 plantas solares para localidades del municipio de Mezquitic; Elaboración de dos estudios de evaluación de la tecnología de diodos emisores de luz (LED) en alumbrado público; la colocación de plantas solares en el equipamiento de viviendas marginadas en los municipios de San Gabriel y Santa María del Oro y la construcción de 5 plantas solares en la localidad El Tepamal, municipio de San Gabriel, Jalisco.

Por otra parte, existe evidencia de la construcción de dos plantas eólicas en la entidad, la primera inaugurada en el 2014 en el municipio de Lagos de Moreno, construida por el grupo de

Salinas Pliego, la cual, ya está en funcionamiento y; una segunda por construirse, denominada “Palo Alto”, que construirá la empresa italiana Energy Power, en el municipio de Ojuelos, en los Altos de Jalisco, en la que se invertirán 250 mdd, y suministrará energía eléctrica a 20 empresas de la región.

Como puede notarse, las acciones en cuanto a ER, hasta hora son mínimas en la entidad y brillan por su ausencia en la ZMG, por lo que hay mucho camino por recorrer, en cuanto a este proceso económico y social hacia la transición energética de los combustibles fósiles a las energías limpias.

## **Conclusiones**

En este trabajo se logró arribar a la consideración de que no existe una teoría sobre el tratamiento de la seguridad energética y el CTA en entornos urbanos y regionales, y dado que se estima que los combustibles fósiles seguirán prevaleciendo durante la mayor parte del presente siglo 21, lo más sensato es comenzar a discutir sus implicaciones, partiendo de que si los sistemas nacionales energéticos no están garantizando la seguridad de suministro hacia las regiones y las ciudades, -como objetivo primordial contemplado en toda política energética-; de ahí que la vulnerabilidad energética urbana y regional que ha estado ocurriendo con los hidrocarburos en el último lustro, y en particular, con el gas natural en Jalisco, desde el 2012, lo cual, nos obliga a reflexionar que es urgente su tratamiento en dichos entornos, a efecto de aminorar las consecuencias en la competitividad productiva y el bienestar social.

En resumen, tanto la seguridad energética (SE) como el cambio tecnológico ambiental (CTA) se constituyen como factores determinantes de la competitividad urbano regional sustentable de cualquier ciudad, en virtud de que según lo revisado hasta aquí, en términos teóricos como empíricos, el suministro energético y las opciones energéticas limpias disponibles hasta la

fecha, representan en un sentido, dos procesos económicos, sociales e institucionales simultáneos que operan hacia la sustentabilidad de las ciudades, mediante la prolongación de las innovaciones tecnológicas vía las micro-mutaciones de la cogeneración por medio de las plantas de ciclo combinado con base en el gas natural, en el primer caso (SE), y las macro-mutaciones que representan las opciones tecnológicas ambientales (CTA), orientadas a las energías renovables.

Por su parte, podemos concluir que la seguridad de suministro del gas natural, se insertará como una de las opciones más buscadas para efectos de la generación de energía eléctrica, tanto para plantas de ciclo combinado, como para la generación de calor para usos industriales, por el bajo costo que implica su combustión; de ahí que dicho energético se erigirá como uno de los más utilizados en las próximas décadas, permitiendo con esto, la extensión del modelo energético dominante y su inclusión en múltiples formas de uso industrial como factor determinante de competitividad en las ciudades y regiones del país. Por otra parte, se logró obtener evidencia de que las acciones del CTA se encuentran en una etapa muy incipiente de desarrollo en la entidad, no obstante, que tienden a configurarse como un factor determinante del desarrollo urbano regional sustentable de la ZMG. Finalmente, se observa que se están sentando las bases para que este proceso económico social (CTA) se impulse con mayores apoyos públicos y privados, para competirle al factor dominante (gas natural) como soporte esencial de la competitividad en las regiones y ciudades del país.



## REFERENCIAS

**Dieck Assad, A.** (2015) “Plantas eléctricas a base de carbón: Una perspectiva financiera”, Petróleo & Energía, año 12, tomo 92, sept. pp. 4851. Ferráez Comunicación, México, D.F.

**EF**, El Financiero, Sección Negocios, 27/09/12:18 y 31/10/12:24

Sección Negocios, 31/10/12: 24.

Sección Negocios, 07/03/13: 21.

Sección Negocios, 20/03/13: 11.

Sección Negocios, 18/04/13: 18.

**El Informador**, Sección Negocios, 13/04/11, p. s/d.

**Gobierno del Estado de Jalisco** (2012) Agenda Energética del Estado, Poder Ejecutivo.

**INEGI**, (2014) Anuario Estadístico y Geográfico del Estado de Jalisco

**INEGI**, (2000) Zona Metropolitana de Guadalajara, XII CGPV, XV.

**INEGI**, (2014) Anuario Estadístico y Geográfico del Estado de Jalisco.

**INEGI**, (2013) Marco Geo-estadístico Nacional

**Jiménez Huerta Edith.; Cruz Solís Heriberto** (2011) “Crecimiento irregular de las colonias populares de la ZMG”, CUCEA-UDEG.

**Quintana E.** El Financiero, Sección Coordinadas, 15/07/14:2

**www.sener.gob.mx**

**www.maxigasnatural.com.mx**